

SVERIGE

(12) UTLÄGGNINGSSKRIFT

IB (21) 8502645-8

(19) SE

(51) Internationell klass 4 C21D 9/50



PATENTVERKET

(44) Ansökan utlagd och utläggningsskriften publicerad

88-06-06

(11) Publiceringsnummer

454 888

(41) Ansökan allmänt tillgänglig 85-12-01

(22) Patentansökan inkom 85-05-29

(24) Lopdag 85-05-29

Ansökan inkommen som:

svensk patentansökan

fullständig internationell patentansökan med nummer

omvälvad europeisk patentansökan med nummer

(62) Stamansökan nummer

(86) Internationell ingivningsdag

(86) Ingivningsdag för ansökan om europeiskt patent

(30) Prioritetsuppgifter

84-05-31 JP 59/109600

(71) Sökande Daiichi Koshuha Kogyo KK, Tokyo-to JP  
Ishikawajima-Harima Jukogyo KK, Tokyo-to JP

(72) Uppfinnare 1)T. Ino, 2)T. Maenosono, 3)K. Yoshida, 4)M. Terasaki, 5)T. Kuriwaki, 6)T. Koga, 7)M. Hirado, 1-5,7)-Yokohama-shi, 6)Kisarazu-shi

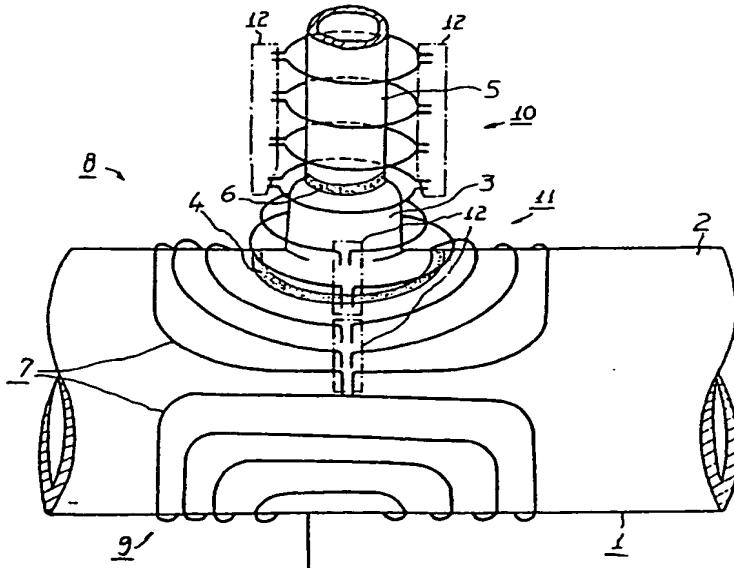
(74) Ombud AB Stockholms patentbyrå

(54) Benämning Värmebehandlingsförfarande för avlägsnande av restspänningar i en svetsad rörfog

(56) Anförda publikationer: ---

(57) Sammandrag:

Uppvärmningsförfarande samt uppvärmningsapparat för att likformigt eller väsentligen likformigt uppvärma en förutbestämd del av huvud- och grenrör (2,5), inklusive en mellanliggande svetsad fog (4 eller 6), hos en huvud- och grenrör enhet (1), varigenom restpåkänningen i den svetsade fogen mellan huvud- och grenrören avlägsnas. De defekter och problem, som förekommer vid de konventionella förfarandena vid behandling för avlägsnande av restpåkänning, kan i väsentlig grad elimineras.



Föreliggande upfinning hänför sig till ett uppvärmlingsförfarande för att utföra en behandling för avlägsnande av restpåkänning genom induktiv uppvärmling (Induction Heating Stress Improvement = förbättring av påkänning genom induktiv uppvärmling) av rörledningssystem i industrialanläggningar och speciellt av svetsade fogar mellan huvud- och grenrör samt delar intill de svetsade fogarna i kärnkraftanläggningar under uppbyggnad och i drift.

10 På sista tiden har behandlingen för avlägsnande av restpåkänningar (Induction Heating Stress Improvement) utförts i stor utsträckning för att eliminera dragpåkänningar, som blivit kvar i rörens inre ytor beroende på uppvärmlingseffekter vid svetsade fogar i rörledningssystem eller för att ändra denna restpåkänning till tryckpåkänning i kärnkraftanläggningar under uppbyggnad eller i drift.

15 I de ovan beskrivna rörledningssystemen överföres en mycket stor värmeenergimängd till rören, när de sammanfogas genom svetsning, varför restpåkänning utvecklas. Såsom resultat härav 20 tenderar rörledningarna att få minskad hållfasthet och att bli ytterst korrosiva. När, exempelvis, driften av en kärnkraftanläggning påbörjas utan att någon behandling av svetsade fogar i ett rörledningssystem (speciellt ett rörledningssystem, som utnyttjar austenitiskt rostfritt stål av typ 304) utföres, 25 passerar vätskeströmmar med hög temperatur och högt tryck genom rörledningssystemet. Vätskan är mycket korrosiv och den upprepade termiska påkänningen åstadkommes i rörledningssystemet. Därför utvecklas dragpåkänningen eller restpåkänningen i delen intill den svetsade fogen beroende på svetsningens 30 synergetiska effekt jämte den ovan beskrivna ogynnsamma miljön, så att utmattningshållfastheten minskas. Vidare har det visat sig att den antikorrosiva egenskapen minskas genom att kromkarbid utfälles intergranulärt i materialet, så att så kallade intergranulära korrosionssprickor erhålls. Därför utföres 35 behandlingen för avlägsnande av restpåkänning för att förhindra dessa intergranulära korrosionssprickor.

Behandlingen för avlägsnande av restpåkänning är sådan, att den dragpåkänning, som erhålls vid rörens inre yta intill den svetsade fogen, elimineras eller ändras till tryckpåkän-

ning: Behandlingen utföres enligt följande: först avkyles rörrets inre yta med vätska, under det att endast en del intill den svetsade fogen lokalt uppvärms genom ett lämpligt uppvärningsorgan från utsidan, så att en lämplig temperaturskillnad för avlägsnande av påkänningen åstadkommes mellan den yttre och den inre väggytan hos den uppvärmda delen, varigenom den termiska påkänningen åstadkommes i den uppvärmda delen över sträckgränsen. Därefter avkyles den uppvärmda delen till rumstemperatur, under det att vätskan strömmar genom rörledningsystemet, så att temperaturskillnaden mellan den yttre och den inre väggytan elimineras. När denna behandling för avlägsnande av restpåkänning utföres i ett rörledningssystem i en verlig anläggning uppstår de nedan angivna problemen.

Fig 1, 2 och 3 visar anordningar, som skall vara verksamma för att utföra behandlingen för avlägsnande av restpåkänning hos den svetsade fogen mellan ett huvudrör och ett grenrör, som lutar med en lämplig vinkel, och den svetsade fogen mellan ett grenrör och en rörbas (en rörstruktur består av huvudrör och kort rörliknande grensäte, som har lämplig diameter och lämplig väggtjocklek och är svetsat på huvudrören) eller huvudrör och grensarg. (Uttrycket "svetsad fog", som används i denna beskrivning, innefattar svetsade fogar av de ovan beskrivna typerna). Några av dessa anordningar kan emellertid inte erhålla tillfredsställande borttagning av restpåkänningen. För det första är den i fig 1 visade anordningen A uppenbarligen mycket komplicerad med avseende på lindningstillverkning. Vid den svetsade fogen, som är den viktigaste delen, ändrar dess-utom ett elektriskt strömföde sin riktning från huvudrörets perifeririktning till grenrörets perifeririktning eller tvärtom, så att densitetsfördelningen av magnetiskt flöde inte är likformig. Som resultat härav är det svårt att styra temperaturen, varför det blir svårt att erhålla en likformig temperaturfördelning. Vidare är de grenrör, som är utsatta för behandlingen för avlägsnande av restpåkänning, olika med avseende på storlek och form, så att ett grenrör i fullskalemodell måste iordningställas på basis av uppmätta data och ett induktans-element måste ändras många gånger på basis av grenrörets fullskalemodell, till dess ett tillfredsställande induktans-element utformats. Sålunda tillverkas ett induktansorgan, som skall användas, genom de så kallade modelltesterna. Som resul-

tat härv uppkommer problemet att lång tid och stora kostnader erfordras för att utforma och tillverka en tillfredsställande anordning A.

Den i fig 2 visade anordningen B medför samma problem som de, vilka beskrivits ovan. Någon likformig temperaturfördelning kan sälunda inte erhållas. Dessutom är lindningsarrangemanget vid den svetsade fogen  $b_1$  ytterst komplicerat. Såsom resultat av detta är det mycket svårt att reproducera samma anordning, varför en likformig temperaturfördelning är svår att 10 uppnå.

För att förbättra möjligheten att styra temperaturen är i denna anordning B, ferromagnetiska element  $b_4$ ,  $b_5$  inplacerade mellan rören och lindningen vid de punkter  $b_2$  och  $b_3$ , vid vilka det elektriska strömfödets riktning ändras, så att en 15 likformig temperaturfördelning kan erhållas. För att utforma och konstruera anordningen B erfordras modelltester liksom vid den ovan under hänvisning till fig 1 beskrivna anordningen A, varigenom de ferromagnetiska elementens  $b_4$ ,  $b_5$  storlek och läge bestäms..

I samband med den i fig 3 visade anordningen C är en ledare  $C_1$  koncentriskt lindad kring ett grenrör för att täcka detsamma och därvid är ledaren så lindad att den täcker huvudröret. Anordningen C skiljer sig från anordningarna A och B i detta avseende. Ledaren  $C_1$  är lindad runt huvudröret för att 20 inte helt täcka detta, varför en undre del  $C_2$  av huvudröret, vilken del befinner sig på andra sidan om grenröret, inte uppvärms. Såsom resultat härv elimineras inte påkänningen och påkänningen i den svetsade fogen ändras från tryckpåkänning till dragpåkänning, så att effekterna av behandlingen för 25 avlägsnande av restpåkänning reduceras.

Sammanfattningsvis kan sägas att det förhållandet, att den svetsade fogen och en förutbestämd del intill den svetsade fogen, inklusive en zon, i vilken ingen restpåkänning åstadkommes, inte uppvärms helt ogynnsamt påverkar behandlingen för 30 avlägsnande av restpåkänning. Antag att exempelvis en rörbas  $W$ , som visas i fig 4 (I), fullständigt och likformigt uppvärms av en lindning K och att den inre ytan av huvud- och grenrören avkyls av ett kylmedel. Därvid åstadkommes dragpåkänning mittemot restpåkänningen vid de yttre ytorna av huvud- och grenrören, under det att tryckpåkänningen åstadkommes vid 35

de inre ytor av huvud- och grenrören, vilka bildar basen  $W$ . Låt  $r$  beteckna radien till mitten av grenrörets vägg; låt  $t_1$  beteckna grenrörets väggtjocklek; låt  $R$  beteckna huvudrörets radie; och låt tjockleken  $t_1/r \ll 1$ . Antag nu att rörbasen  $W$  kan uppdelas i grenrören  $W_1$  och huvudrören  $W_2$ , såsom visas i fig 4 (II). På ändarna  $W_3$  och  $W_4$  verkar det nedan angivna momentet  $Mo$

$$Mo = \frac{t^2 \cdot E \cdot \alpha \cdot \Delta T}{12(1-\nu)}$$

där  $E$ : Young's modul,

$\alpha$ : linjär utvidgningskoefficient

10  $\Delta T$ : temperaturskillnad mellan ytter- och innerytor samt

$\nu$ : Poissons tal

likadant i de av pilarna angivna riktningarna. Vid rörbasens  $W$  svetsade fog balanseras i praktiken momentet  $Mo$ , så att den ovan beskrivna påkänningen åstadkommes.

15 När ett grenrör uppvärms likformigt men ett huvudrör uppvärms partiellt skiljer sig ett böjmoment, som verkar på grenröret, från det böjmoment, som verkar på huvudrören. Som resultat härav omintetgöres balansen mellan momenten  $Mo$ , så att den svetsade fogen vid huvudrörets sida attraheras till grenrören och dragpåkänningen åstadkommes vid den svetsade fogens inre yta. Sålunda är behandlingen för avlägsnande av restpåkänning ineffektiv.

20 I betraktande av det ovanstående har föreliggande uppfinning till ändamål att åstadkomma ett uppvärmningsförfarande och en uppvärmningsapparat, som väsentligt kan eliminera ovanstående och andra problem, som uppstår vid den konventionella processen för avlägsnande av restpåkänning, varvid såväl temperaturstyrningen som lindningsarrangemanget kan förenklas för förbättrande av effekterna av behandlingen för avlägsnande 30 av restpåkänning.

25 Ovanstående och andra syften, verkningar, egenskaper och fördelar med uppfinningen kommer att framgå närmare av den följande beskrivningen avseende en föredragen utföringsform 30 av uppfinningen i samband med den bifogade ritningen.

35 Kort beskrivning av ritningen

Fig 1, 2 och 3 visar perspektivvyer av motsvarande

konventionella anordningar.

Fig 4 (I) och 4(II) visar vyer, som används för att förklara föreliggande uppfinnings grundläggande princip.

Fig 5 visar en sidovy av en föredragen utföringsform för 5 att realisera uppfinnningen.

Detaljerad beskrivning av den föredragna utföringsformen

Kortfattat uttryckt uppärms, enligt föreliggande uppföring, inte endast ett huvudrör och ett grenrör utan även den mellanliggande svetsade fogen fullständigt och likformigt eller 10 väsentligen likformigt, så att de problem, som uppstår vid den konventionella processen och apparaten vid behandling för avlägsnande av restpåkänning elimineras.

Enligt fig 5 innehållar nu ett rör med ett grenrör, generellt angivna med hänvisningsbeteckningen 1, ett huvudrör 2, 15 ett rörsäte 3, som är fastsvetsat på huvudrören 2 vid 4, samt ett grenrör 5, som är fastsvetsat på rörsätena 3 vid 6. Såsom beskrivits ovan åstadkommes restspänning i de svetsade fogarna 4 och 6.

Vid föreliggande uppföring används en högfrekvent induktionsuppvärmningslindning 7 för att utföra behandlingen för avlägsnande av restspänning hos huvud- och grenrörenheten 1. Lindningen 7 är så utformad att den omger de svetsade fogarna 4 och 6, en förutbestämd del av huvudrören 2 intill den svetsade fogen 5 samt en förutbestämd del av grenrören 5 intill 25 den svetsade fogen 6. För att lindningen 7 skall kunna fastsättas på huvud- och grenrörenheten 1 i en kärnkraftanläggning under uppbyggnad eller i drift är lindningen 7 genom ett plan, som innehåller huvudrören 2 axellinje, delad i en övre sektion 8 och en undre sektion 9 och den övre sektionen 8 är vidare 30 uppdelad i en grenrörsektion 10 och en huvudrörsektion 11. Både grenrörsektionen 10 och huvudrörsektionen 11 är vidare uppdelade i två halvor i vertikal riktning. För att erhålla en likformig eller väsentligen likformig magnetflödesdensitet vid zoner, som omges av induktionsuppvärmningslindningen 7, när 35 den senare är aktiverad, är lindningssektionerna utdragna periferiskt över rörsätena 3 och grenrören 5 och utdragna koncentriskt eller spiralformigt från grenrören 5 över huvudrören 2. Vidare är dessa induktionsuppvärmningslindningssektioner så anordnade, att den elektriska strömmen flyter i samma riktning 40 i alla zoner.

Induktionsuppvärmningslindningen 7 innehåller flera lindningssektioner (inte visade), som är uppdelade på det ovan beskrivna sättet. Varje lindningssektion har en form, som är avsedd att passa till den del, som lindningen uppvärmer, och den är tillverkad av ett rör eller liknande, vilket har hög elektrisk ledningsförmåga. I praktiken är alla lindningssektioner, som är avsedda att passa till en huvud- och grenrörelse, vilken är utsatt för behandlingen för avlägsnande av restpåkänning, utvalda samt mekaniskt och elektriskt kopplade med varandra via kopplingsenheter 12, så att den elektriska strömmen passerar genom dessa lindningssektioner i samma riktning. Om, dessutom, så erfordras tvingas ett kylmedel att strömma genom huvud- och grenrören 2 och 5. Dessutom kan induktionsuppvärmningslindningen 7 förstärkas med ett lämpligt isoleringsmaterial, som har en önskad hållfasthetsgrad.

Hopkopplingenheterna 12 kan elimineras och de lindningssektioner, som bildar den högfrekventa induktionsuppvärmningslindningen 7, kan serie- eller parallellkopplas så länge som den elektriska strömmen flyter genom varje spolektion i samma riktning. Med andra ord flyter den elektriska strömmen i samma riktning genom de intill varandra befintliga lindningssektionerna.

Den högfrekventa induktionsuppvärmningslindningen 7, sammansatt på det ovan beskrivna sättet, är fastsatt på en huvud- och grenrörelse 1 för att utföra behandlingen för avlägsnande av restpåkänning. Först anordnas lindningssektionerna 8, 9, 10 och 11 på huvud- och grenrörelsen 1 och de anslutes elektriskt till varandra via kopplingsenheter 12 på det ovan beskrivna sättet, varigenom huvud- och grenrörelsen 1 omges av den högfrekventa induktionsuppvärmningslindningen 7. Om så erfordras kan kylvatten tvingas att strömma genom induktionsuppvärmningslindningen 7. Såsom beskrivits tidigare kan lindningen 7 åstadkomma en likformig tätthetsfördelning av magnetiskt flöde över en förutbestämd del, inklusive de svetsade fogarna 4 och 6, så att den förutbestämda delen kan uppvärmas likformigt till en önskad temperatur. Såsom resultat av detta kan den genom svetsning åstadkomma restspänningen bli bättre.

Enligt föreliggande uppfinning är den högfrekventa induktionsuppvärmningslindningen 7 enkel till sin konstruktion och

den innehållar ett flertal lindningssektioner, såsom beskrivits ovan, så att noggranna temperaturstyrningar möjliggöres för huvud- och grenrörenheter med olika storlek och form.

Det torde inses att anordningen för att realisera föreliggande uppförande inte är begränsad till en huvud- och grenrörenhet av den typ, där en rörbas är fastsvetsad på ett huvudrör och ett grenrör är fastsvetsat på rörbasen utan att den lika gärna kan appliceras på en huvud- och grenrörenhet av den typ, där ett grenrör är direkt fastsvetsat på ett huvudrör.

Såsom beskrivits ovan kan föreliggande uppförande ge ett uppvärmningsförfarande som är mycket effektivt vid avlägenande av restpåkänning i de svetsade fogarna hos en huvud- och grenrörenhet.

15 -----

Patentkrav

Uppvärmningsförfarande för avlägsnande av restspänning i en svetsad fog (4 eller 6) mellan huvud- och grenrör (2, 5) av den typ, där en del av desamma, inklusive den svetsade fogen (4 eller 6) mellan huvud- och grenrören (2, 5), omges av en högfrekvent induktionslindning (7) och lindningen aktiveras för att uppvärma nämnda del, varigenom restpåkänning i den svetsade fogen avlägsnas, kännetecknadt av att det innehållar stegen att dela den högfrekventa induktionslindningen axiellt hos huvudrören (2) för bildande av en övre och en undre lindningssektion (8 resp. 9) samt även axiellt hos grenrören (5) för bildande av en första och en andra sektion (10 respektive 11), att montera var och en av nämnda spolesektioner på en motsvarande del av huvud- och grenrören (2, 5) för att täcka hela periferitytområdet hos både nämnda huvudrör (2) och grenrör (5) intill den svetsade fogen för att passa till hela periferin av nämnda för uppvärmning avsedda del hos huvudrören och grenrören, inklusive den mellanliggande svetsade fogen, samt att arrangera samtliga lindningssektioner på huvudrören och grenrören, så att elektrisk ström, som passerar genom lindningssektionerna, kommer att passera i samma riktning genom desamma, att sammankoppla lindningsektionerna och att bringa ström att passera genom desamma, samt att upprätta en väsentligen likformig densitetsfördelning av magnetiskt flöde över nämnda hela periferitytområde hos nämnda huvud- och grenrör, inklusive den mellanliggande svetsade fogen, varigenom nämnda hela periferitytområde hos nämnda huvud- och grenrör, inklusive den mellanliggande svetsade fogen uppvärms väsentligen likformigt till önskad temperatur.

-----

454 888

Fig.1

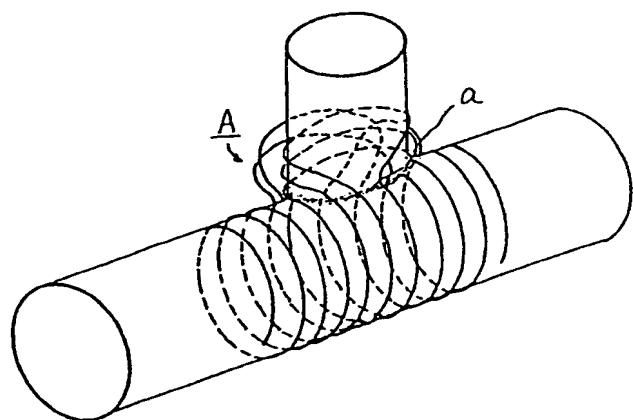
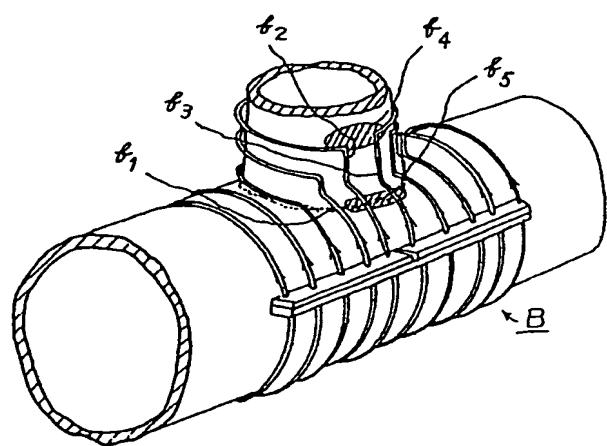


Fig.2



454 888

Fig.3

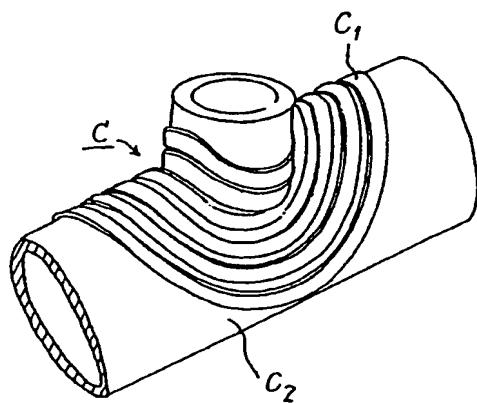


Fig.4(I)

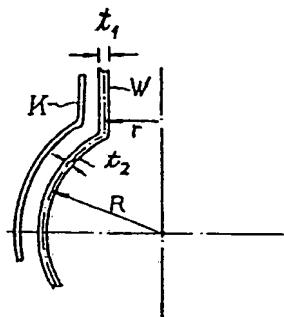
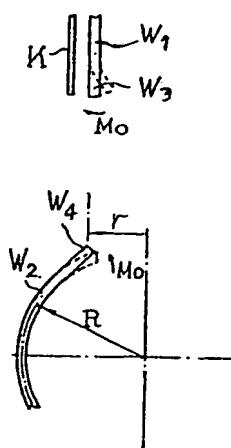


Fig.4(II)



454 888

Fig.5

